

Ekstrak Daun Jambu Bol (*Syzygium Malaccense*) sebagai Inhibitor Korosi pada Kawat Ortodontik

M. Fajmi Zulkaham, Dahyunir Dahlan *

Laboratorium Fisika Material, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 12 Desember 2022
Direvisi: 23 Desember 2022
Diterima: 30 Desember 2022

Kata kunci:

ekstrak daun jambu bol
korosi
stainless steel
weight loss

Keywords:

Bol Leaf extract
corrosion
stainless steel
weight loss

Penulis Korespondensi:

Dahyunir Dahlan
Email:
dahyunir@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pengujian inhibitor dari ekstrak daun jambu bol untuk menghambat laju korosi pada kawat ortodontik *stainless steel*. Penelitian dilakukan dengan merendam kawat menggunakan inhibitor yang bertujuan untuk mendapatkan lapisan pelindung pada permukaan kawat. Pengujian sampel dibagi dalam tiga kelompok berdasarkan lama perendaman dengan inhibitor yaitu 18 jam, 24 jam, dan 48 jam. Setiap kelompok diberi variasi konsentrasi ekstrak daun jambu bol yaitu 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L, 8 g/L, dan 10 g/L untuk direndam dengan kawat ortodontik *stainless steel*. Media korosif berupa air liur buatan atau saliva buatan yang dibuat menggunakan komposisi saliva dari Fusayama Meyer. Pengukuran laju korosi dilakukan menggunakan metode *weight loss* yang juga menghasilkan nilai efisiensi inhibisi. Nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi maksimal adalah pada sampel dengan konsentrasi 10 g/L dan lama perendaman 48 jam yaitu sebesar 1,19 mils per year (mpy), dan efisiensi inhibisinya sebesar 91,71%. Morfologi untuk mengamati permukaan menggunakan mikroskop optik dan menentukan fasa yang terbentuk menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Semakin lama perendaman sampel dengan inhibitor, maka inhibitor teradsorpsi lebih baik dan nilai laju korosi semakin kecil. Konsentrasi yang semakin meningkat akan menghasilkan laju korosi yang semakin kecil jika konsentrasi inhibitor yang diberikan tepat.

Inhibitor testing of guava leaf extract has been carried out to inhibit the corrosion rate of stainless steel orthodontic wires. The research was carried out by soaking the wire using an inhibitor which aims to get a protective layer on the surface of the wire. Sample testing was divided into three groups based on the length of immersion with the inhibitor, namely 18 hours, 24 hours and 48 hours. Each group was given different concentrations of guava leaf extract, namely 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L, 8 g/L and 10 g/L for immersion with stainless steel orthodontic wires. The corrosive medium is in the form of artificial saliva or artificial saliva made using the saliva composition of Fusayama Meyer. Corrosion rate measurement is carried out using the weight loss method which also produces inhibition efficiency values. The value of the maximum corrosion rate and inhibition efficiency was in samples with a concentration of 10 g/L and 48 hours of immersion time, which was 1.19 mils per year (mpy), and the inhibition efficiency was 91.71%. Morphology to observe the surface using an optical microscope and determine the formed phase using X-Ray Diffraction (XRD). The longer the immersion of the sample with the inhibitor, the better the adsorbed inhibitor and the lower the corrosion rate. An increasing concentration will result in a smaller corrosion rate if the inhibitor concentration is given correctly.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Perawatan ortodontik atau lebih dikenal dengan penggunaan behel banyak diminati dalam beberapa tahun belakangan. Salah satu tujuan dari perawatan ortodontik adalah memperbaiki fungsi pengunyahan dan memiliki unsur estetika (Reddy *et al.*, 2013). *Stainless steel*, nikel-titanium (Ni-Ti), dan nikel-kromium (Ni-Cr) adalah logam yang sering digunakan dalam perawatan ortodontik karena memiliki sifat mekanis yang baik dan harga terjangkau, namun beberapa penelitian membuktikan adanya alergi yang ditimbulkan oleh komponen utama logam tersebut, yaitu nikel dan kromium ketika terlepas di dalam rongga mulut (Arab *et al.*, 2015).

Salah satu faktor yang menyebabkan daya guna logam menurun adalah terjadinya korosi atau pengkaratan. Korosi yang terjadi merupakan reaksi logam dengan lingkungan disertai pelepasan ion-ion dari unsur yang terdapat di dalam logam tersebut. Korosi yang terjadi pada kawat ortodontik merupakan faktor penentu biokompatibilitas kawat tersebut. Faktor yang mempengaruhi terjadinya proses korosi di dalam rongga mulut adalah sifat ionisasi, termal, mikrobiologis, enzimatik, dan lingkungan rongga mulut (Castro *et al.*, 2014). Berdasarkan hal tersebut, dapat dilakukan tindakan pengendalian dan perlindungan terhadap logam, seperti pemilihan material, pelapisan (*coating*), proteksi katodik, dan penambahan inhibitor untuk mengurangi kerusakan pada logam akibat korosi (Jones, 1996).

Salah satu upaya pengembangan inhibitor yang ramah lingkungan dan tidak beracun adalah dengan dilakukannya penelitian menggunakan ekstrak tanaman, minyak nabati, sari buah, dan limbah sebagai bahan baku green inhibitor (Saxena *et al.*, 2018). Prameswari dan Dahlan (2021) telah membuat lapisan anti korosi menggunakan tanin dari daun jambu bol sebagai inhibitor. Lapisan anti korosi tersebut dibuat dari campuran tembaga (II) sulfat, asam borat dan aquades tanpa dan dengan ekstrak daun jambu biji pada konsentrasi 0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 3%; 5%; 7% dan 9% volume dengan metode elektrodposisi. Media korosif yang digunakan adalah larutan HCl. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pada konsentrasi 5% adalah laju korosi paling rendah yaitu senilai 0,0085 g/cm².jam, dan efisiensi inhibisinya sebesar 74,6269%. Karakterisasi XRD dilakukan untuk sampel pelat baja pada konsentrasi 0% dan 9% volume inhibitor yang disertai dengan penambahan ekstrak daun jambu biji baik sebelum dan setelah direndam pada larutan HCl (Prameswari and Dahlan, 2021).

Pada penelitian ini, telah dilakukan pembuatan lapisan anti korosi dari ekstrak daun jambu bol (*Syzygium malccense*), dengan medium korosifnya adalah air liur buatan atau saliva buatan yang dibuat berdasarkan komposisi dari Fusayama-Meyer. Konsentrasi ekstrak daun jambu bol yang dilarutkan dengan aquades adalah 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L, 8 g/L dan 10 g/L. Pengujian yang dilakukan adalah kehilangan berat (*weight loss*) untuk mengetahui efisiensi inhibitor tersebut untuk menghambat laju reaksi korosi pada kawat ortodontik *stainless steel*.

II. METODE

Alat dan bahan penelitian yang digunakan adalah daun jambu bol, kawat ortodontik *stainless steel*, saliva buatan, *rotary vacuum evaporator* tipe IKA RV 8V, mikrosko optik tipe MD 3000 Binokuler, XRD model XRD XPERT PRO PANalytical PW3040/60.

2.1 Pembuatan Ekstrak Daun Jambu Bol

Daun jambu bol dicuci dan dikeringkan selama 30 hari. Daun jambu bol dipotong menjadi ukuran lebih kecil dan diblender menjadi serbuk. Serbuk daun jambu bol dimaserasi menggunakan etanol 70% selama 3 hari. Hasil maserasi disaring untuk memisahkan ekstrak dengan ampas dan dipekatkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator*.

2.2 Pembuatan Saliva Buatan

Saliva dibuat berdasarkan komposisi dari Fusayama-Meyer, yaitu: KCl (0,4 g/L), NaCl (0,4 g/L), CaCl₂.2H₂O (0,906 g/L), NaH₂PO₄.2H₂O (0,690 g/L), Na₂S₂O₅ (0,005 g/L), dan Urea (1 g/L). Semua bahan dicampur dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 2 liter lalu diaduk dengan *magnetic stirer*.

2.3 Preparasi Kawat Ortodontik *Stainless Steel*

Kawat ortodontik *stainless steel* dipotong menjadi bagian kecil sebanyak 16 batang, dengan ukuran diameter 0,015 cm dan panjang $\pm$ 2 cm.

2.4 Pelapisan Kawat Ortodontik *Stainless Steel* (Adsorpsi)

Ekstrak pekat daun jambu bol diencerkan dengan aquades untuk mendapatkan variasi konsentrasinya yaitu 0 g/L, 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L, 8 g/L, dan 10 g/L. Setelah itu, kawat ortodontik *stainless steel* direndam dengan ekstrak daun jambu bol yang sudah divariasikan konsentrasinya pada botol vial kecil selama 18 jam, 24 jam, dan 48 jam.

2.5 Pengukuran Laju Korosi

Setelah dilapisi dengan ekstrak daun jambu bol, sebelum direndam dalam media korosif, kawat ortodontik *stainless steel* ditimbang massanya menggunakan timbangan digital. Kemudian sampel direndam dalam Saliva buatan selama 720 jam. Laju korosi dengan metode *weight loss* dan efisiensi inhibisi dihitung menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2,

$$CR = \frac{534 W}{D A t} \quad (1)$$

$$EI = \frac{CR_1 - CR_2}{CR_1} \times 100\% \quad (2)$$

dimana CR adalah laju korosi, 534 adalah konstanta pengali untuk menyatakan dalam satuan mpy (mils per year), W adalah *wieght loss* (gram), D adalah densitas material (g/ cm³), A adalah luas permukaan (cm²), t merupakan waktu perendaman dalam medium korosif (jam), EI adalah nilai efisiensi inhibisi, CR_1 adalah nilai laju korosi tanpa penambahan inhibitor (mpy), dan CR_2 adalah nilai laju korosi dengan penambahan inhibitor (mpy).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Inhibitor terhadap Laju Korosi Kawat Ortodontik *Stainless Steel*

Tabel 1 merupakan tabel pengaruh konsentrasi dan lama perendaman dengan inhibitor terhadap laju korosi pada kawat ortodontik *stainless steel*. Nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi dihitung menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2.

Tabel 1 Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman inhibitor terhadap nilai laju korosi

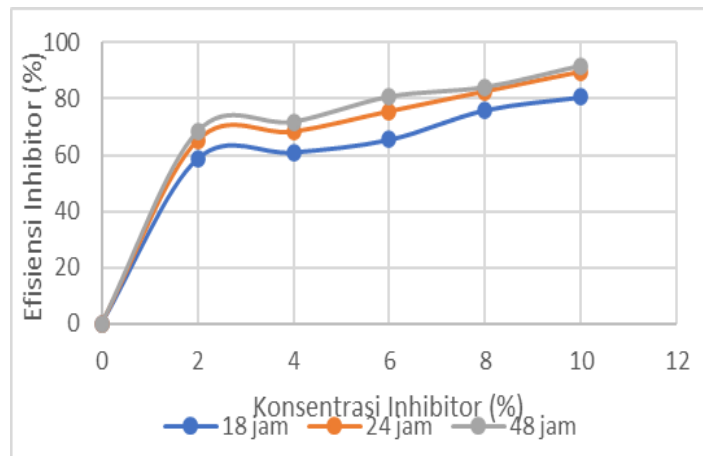
Lama Perendaman (inhibitor)	Konsentrasi Inhibitor (g/L)	Δm (mg)	Laju Korosi (mpy)	Efisiensi inhibitor (%)
18 jam	0	4,6	14,37	0,00
	2	1,9	5,94	58,64
	4	1,8	5,62	60,92
	6	1,6	4,97	65,43
	8	1	3,46	75,95
	10	0,9	2,79	80,58
24 jam	0	4,6	14,37	0,00
	2	1,6	5,01	65,13
	4	1,4	4,57	68,24
	6	1,2	3,52	75,51
	8	0,8	2,50	82,61
	10	0,5	1,50	89,59
48 jam	0	4,6	14,37	0,00
	2	1,4	4,55	68,32
	4	1,3	4,06	71,74
	6	0,9	2,78	80,67
	8	0,7	2,29	84,08
	10	0,4	1,19	91,71

Sampel dengan laju korosi paling tinggi adalah pada konsentrasi 0 g/L atau tanpa inhibitor dengan nilai 14,37 mpy. Ketika konsentrasi inhibitor yang digunakan untuk melapisi kawat meningkat, maka laju korosi pada kawat akan semakin berkurang dan semakin lama perendaman kawat dengan

inhibitor, maka laju korosi pada kawat semakin berkurang lagi. Nilai laju korosi paling rendah yaitu pada konsentrasi 10 g/L dan lama perendaman inhibitor 48 jam dengan nilai 1,19 mpy. Penurunan laju korosi ini disebabkan oleh senyawa yang terkandung di dalam ekstrak yang teradsorpsi pada permukaan kawat sehingga dapat menurunkan laju korosi (Okafor *et al.*, 2008).

3.2 Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi Kawat Ortodontik *Stainless Steel*

Efisiensi inhibisi merupakan kemampuan inhibitor dalam menghambat terjadinya proses korosi pada logam. Nilai efisiensi inhibisi dapat diperhatikan pada Gambar 1. Berdasarkan grafik pada Gambar 1 dapat diperhatikan bahwa nilai efisiensi inhibisi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor dan semakin lama perendaman dengan inhibitor.

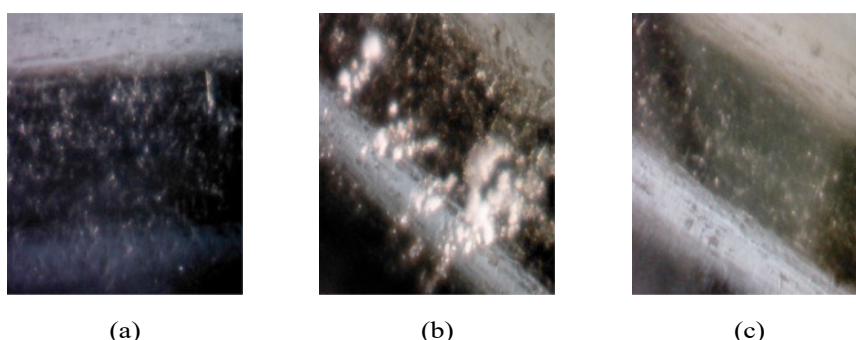


Gambar 1 Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibisi

Persentase efisiensi inhibisi paling tinggi terdapat pada konsentrasi 10 g/L yaitu sebesar 80,58%, 89,59%, dan 91,71%. Nilai efisiensi inhibisi yang meningkat seiring meningkatnya konsentrasi inhibitor disebabkan karena jumlah molekul inhibitor yang teradsorpsi pada permukaan kawat semakin banyak dan dapat mengurangi luas permukaan kawat dari serangan korosi sehingga nilai efisiensi inhibisi meningkat (Afia *et al.*, 2012).

3.3 Pengamatan Sampel dengan Mikroskop Optik

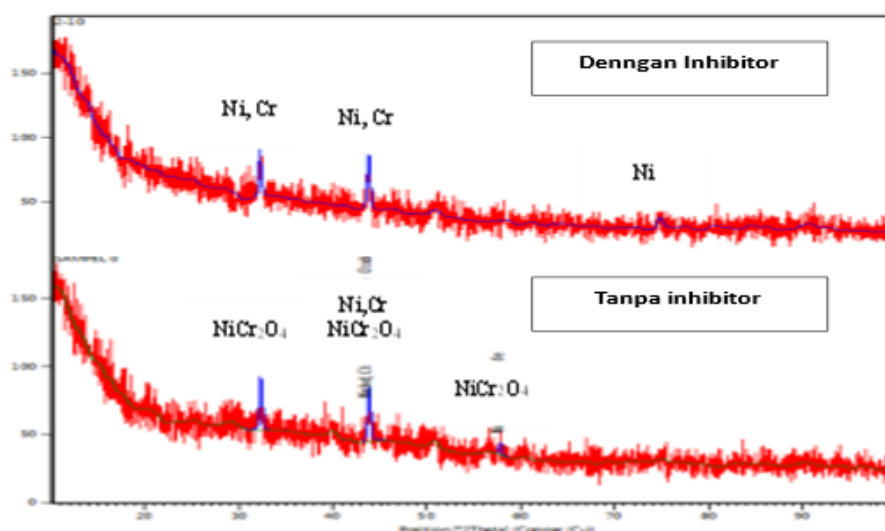
Morfologi permukaan kawat ortodontik *stainless steel* diamati setelah diberikan perlakuan korosi selama 720 jam dalam larutan saliva menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 10 kali. Sampel yang diamati merupakan kawat ortodontik *stainless steel* yang belum mengalami korosi dan sampel dengan konsentrasi 0 g/L dan 10 g/L lama perendaman 48 jam yang sudah mengalami korosi. Hasil pengamatan dengan mikroskop optik dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, dapat diperhatikan pada sampel dengan konsentrasi 0 g/L atau tanpa inhibitor memiliki permukaan yang kasar dan terdapat banyak gumpalan yang merupakan produk korosi akibat direndam dalam saliva buatan. Sampel dengan konsentrasi 10 g/L dan lama perendaman 48 jam memiliki permukaan yang bersih dan tidak ada gumpalan. Hal ini menandakan bahwa kawat ortodontik *stainless steel* terlindungi oleh ekstrak daun jambu bol dengan baik dan terlindungi dari korosi.



Gambar 2 Hasil morfologi permukaan dengan mikroskop optik (a) Kawat ortodontik *stainless steel*, (b) Sampel yang telah terkorosi dengan konsentrasi inhibitor 0 g/L, dan (c) Sampel yang telah terkorosi dengan konsentrasi inhibitor 10 g/L

3.4 X-Ray Diffraction (XRD)

Karakterisasi menggunakan XRD dilakukan pada sampel dengan nilai laju korosi tertinggi dan terendah yaitu sampel tanpa inhibitor dan sampel dengan konsentrasi inhibitor 10 g/L serta lama perendaman inhibitor 48 jam. Karakterisasi XRD bertujuan untuk mengetahui fasa yang terdapat pada kawat ortodontik *stainless steel*, hasil karakterisasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil karakterisasi sampel dengan XRD

Tabel 2 Nilai 2θ dan intensitas puncak tertinggi grafik XRD sampel tanpa inhibitor

peak	2θ	Intensitas	FWHM	$D[\text{\AA}]$	Fasa
1	32,2829	96,80	0,3070	2,77306	NiCr ₂ O ₄
2	43,7960	100,00	0,3070	2,06710	Ni, Cr, NiCr ₂ O ₄
3	57,7847	26,25	0,3070	1,59560	NiCr ₂ O ₄

Berdasarkan Tabel 2, pola XRD pada sampel yang sudah direndam dalam larutan korosif saliva selama 720 jam dengan konsentrasi ekstrak 0 g/L atau tanpa inhibitor, puncak pada $2\theta = 32,2829$ menunjukkan keberadaan nikel kromium oksida (NiCr₂O₄) dengan intensitas yang tinggi yaitu 96,80%. Puncak selanjutnya dengan $2\theta = 43,7960$ menunjukkan adanya nikel (Ni), kromium (Cr), dan nikel kromium oksida (NiCr₂O₄) dengan intensitas tertinggi yaitu 100%. Puncak $2\theta = 57,7874$ merupakan puncak dengan intensitas paling rendah yaitu 26,25% dan menunjukkan adanya fasa nikel kromium oksida (NiCr₂O₄). Pada sampel tanpa inhibitor terjadi oksidasi nikel kromium (NiCr₂O₄), artinya kawat ortodontik *stainless steel* mengalami korosi karena belum dilapisi oleh inhibitor sehingga permukaan kawat belum terlindungi.

Tabel 3 Nilai 2θ dan intensitas puncak tertinggi grafik XRD sampel tanpa inhibitor

Peak	2θ	Intensitas	FWHM	$D[\text{\AA}]$	Fasa
1	32,2040	74,88	0,3070	2,77967	Ni, Cr
2	43,7386	100,00	0,3070	2,06968	Ni, Cr
3	74,7531	19,20	0,6140	1,26997	Ni

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa pada puncak pertama dengan $2\theta = 32,2040$ terdapat fasa nikel (Ni) dan kromium (Cr) dengan intensitas yang cukup banyak yaitu 74,88%. Puncak kedua dengan $2\theta = 43,7386$ menunjukkan fasa nikel (Ni) dan Kromium (Cr) dengan intensitas 100% dan puncak ketiga dengan $2\theta = 74,531$ menunjukkan fasa nikel (Ni) dengan intensitas yang rendah yaitu 19,20%. Sampel dengan konsentrasi ekstrak 10 g/L dan perendaman selama 48 jam tidak ada pembentukan oksida nikel kromium, hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu bol melindungi kawat ortodontik *stainless steel* dari korosi.

IV. KESIMPULAN

Inhibitor ekstrak daun jambu bol terbukti sangat efektif dalam menghambat laju korosi pada kawat ortodontik *stainless steel*. Nilai laju korosi paling rendah dan efisiensi inhibisi paling tinggi yaitu 1,19 mpy dan 91,71% pada sampel dengan konsentrasi 10 g/L dan lama perendaman 48 jam, menyatakan hasil akhir penelitian. Nilai laju korosi menurun dan efisiensi inhibisi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak daun jambu bol dan lama perendaman inhibitor. Hasil karakterisasi morfologi permukaan kawat ortodontik *stainless steel* menggunakan mikroskop optik memperlihatkan bahwa sampel dengan konsentrasi 0 g/L merupakan sampel dengan permukaan paling kasar dan terdapat banyak gumpalan. Sedangkan sampel dengan konsentrasi 10 g/L dan perendaman 48 jam inhibitor merupakan sampel dengan permukaan paling halus. Karakterisasi dengan XRD memperlihatkan bahwa pada sampel tanpa inhibitor terdapat senyawa nikel (Ni), Kromium (Cr), dan nikel kromium oksida (NiCr_2O_4), sedangkan pada sampel dengan inhibitor terdapat nikel (Ni) dan kromium (Cr).

DAFTAR PUSTAKA

- Afia, L. *et al.* (2012) 'Argan Hulls Extract : Green Inhibitor Of Mild Steel Corrosion In 1 M HCL Solution', *Res Chem Intermed*, 38, pp. 1707–1717.
- Arab, S. *et al.* (2015) 'Evaluation Of Nickel And Chromium Ion Release From Stainless Steel, HANT And Niti Arch Wires In Two 28-Day Time Spans', *Iran J Ortho*, 10(1), p. e4863.
- Castro, S. M. *et al.* (2014) 'Orthodontic Wires And Its Corrosion - The Specific Case Of Stainless Steel And Beta-Titanium', *Journal Of Dental Sciences*, 10(1), pp. 1–7.
- Jones, D. A. (1996) *Principles And Prevention Of Corrosion*. Macmillan Publishing Company.
- Okafor, P. C. *et al.* (2008) 'Inhibitory Action Of Phyllanthus Amarus Extracts On The Corrosion Of Mild Steel In Acidic Media', *Corrosion Science*, 50, pp. 2310–2317.
- Prameswari, A. and Dahlan, D. (2021) 'Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L.) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja', *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 10(4), pp. 479–485.
- Reddy, Y. G. *et al.* (2013) 'The Shear Bond Strengths Of Metal And Ceramic Brackets : An In-Vitro Comparative Study', *J Clin Diagnostic Res*, 7(7), pp. 1495–7.
- Saxena, A. *et al.* (2018) 'Use Of Saraca Ashoka Extract As Green Corrosion Inhibitor For Mild Steel In 0,5 M H_2SO_4 ', *Journal Of Molecular Liquids*, 258, pp. 89–97.